



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 198 41 913 A 1

⑤① Int. Cl. 7:
B 62 D 5/30
B 62 D 5/04

②① Aktenzeichen: 198 41 913.9
②② Anmeld tag: 14. 9. 1998
④③ Offenlegungstag: 16. 3. 2000

DE 19841913 A 1

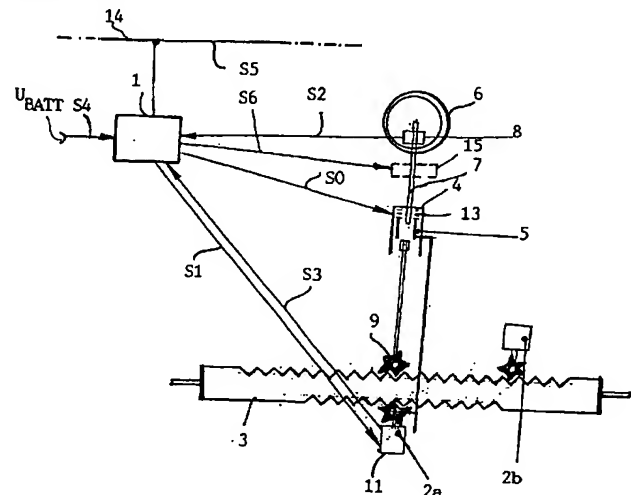
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Hackl, Matthias, 71665 Vaihingen, DE; Muenz,
Rainer, 71254 Ditzingen, DE; Stoller, Roland, 70734
Fellbach, DE; Kraemer, Wolfgang, Dr., 70191
Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Elektromechanischer Lenksteller mit mechanischer Rückfallebene

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen elektrochemischen Lenksteller, insbesondere für die Steer-by-wire Anwendung in Kraftfahrzeugen, mit einem elektronischen regel/Steuerwerk (1), das wenigstens Lenksignale (S1) für einen elektrischen Stellmotor (2; 2a, 2b) erzeugt, der an einem gelenkten Glied (3) einer Radlenkung angreift, der dadurch gekennzeichnet ist, daß eine schaltbare Kupplung (4) vorgesehen ist, die beim Auftreten eines Fehlers im Lenksystem in Reaktion auf ein vom Regel/Steuerwerk (1) erzeugtes Signal (S0) das Lenkrad (6) formschlüssig mit dem gelenkten Glied (3) verbindet.



DE 19841913 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem elektromechanischen Lenksteller, insbesondere für die Steer-by-wire Anwendung in Kraftfahrzeugen, mit einem elektronischen Regel/Steuerwerk, das wenigstens Lenksignale für einen elektrischen Stellmotor erzeugt, der an einem gelenkten Glied einer Radlenkung angreift.

Ein derartiger Lenksteller ist aus der DE-OS 40 31 316 bekannt. Das daraus bekannte Lenksystem für Kraftfahrzeuge überlagert dem Lenkradwinkel einen Zusatzwinkel, wodurch der Lenkwinkel der Räder unabhängig vom Lenkradwinkel verändert werden kann. Damit werden Vorteile hinsichtlich der Fahrdynamik, Fahrsicherheit und Fahrkomfort erzielt. Weitere Einsatzmöglichkeiten eines derartigen Lenksystems sind automatische Spurführung sowie "Steer-by-wire". Bei dem bekannten Lenksteller besteht immer eine mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad und den Rädern.

Bei der Steer-by-wire-Lenkung, bei der es keine mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad und dem gelenkten Glied, z. B. eines Lenkgetriebes, mehr gibt, muß Sorge dafür getragen werden, daß der Lenksteller im Fehlerfall, z. B. beim Ausfall der Spannungsversorgung, des elektronischen Regel/Steuerwerks und/oder des Stellmotors, dennoch eine sichere Lenkung des Kraftfahrzeugs ermöglicht.

Aufgaben und Vorteile der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen elektromechanischen Lenksteller derart zu ermöglichen, daß auch im Fehlerfall des Lenkstellers eine sichere Lenkung des Fahrzeuges und ein stromloser Notbetrieb gewährleistet ist. Dabei soll der erfindungsgemäße elektromechanische Lenksteller keine hydraulischen Komponenten und auch keinen zweiten Stellmotor aufweisen.

Dadurch, daß, wie die Erfindung vorschlägt, eine schaltbare Kupplung vorgesehen ist, die beim Auftreten eines Fehlers im Lenksystem in Reaktion auf ein vom Regel/Steuerwerk erzeugtes Signal das Lenkrad formschlüssig, d. h. mechanisch, mit dem gelenkten Glied der Radlenkung verbindet, sind keine hydraulischen Komponenten notwendig und ist eine hohe Sicherheit erreicht.

Bei einer Ausführungsform wird das gelenkte Glied durch die Zahnstange einer Zahnstangenlenkung gebildet, und die schaltbare Kupplung ist in der Lenkradwelle zwischen dem Lenkrad und einem in die Zahnstange eingreifenden Ritzel angeordnet.

Bei einer anderen Ausführung des erfindungsgemäßen Lenkstellers ist die Zahnstange ebenfalls eine Zahnstangenlenkung, und die schaltbare Kupplung rückt im Fehlerfall ein Ritzel des elektrischen Stellmotors außer Eingriff mit der Zahnstange und gleichzeitig ein Lenkradritzel in Eingriff mit der Zahnstange.

Bei einer alternativen Ausführung ist der elektrische Stellmotor und eine mit dem Lenkrad verbundene Lenkradwelle jeweils mit einem getrennten Eingang eines Überlagerungsgetriebes verbunden, das ausgangsseitig am gelenkten Glied, d. h. beispielsweise an der Zahnstange, angreift, und die schaltbare Kupplung liegt zwischen dem Lenkrad und dem Überlagerungsgetriebe.

Um auch im stromlosen Zustand, d. h. im Fehlerfall durch Schließen der Kupplung die mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und gelenktem Glied herstellen zu können, ist die Kupplung bei ordnungsgemäßer Funktion gegen die Kraft einer vorgespannten Feder geöffnet und schließt im

Fehlerfall mit der Kraft der vorgespannten Feder.

Aus diesem Grund ist die Kupplung bei ausgeschalteter Zündung immer geschlossen und wird bei Einschalten der Zündung, wenn kein Fehler vorliegt, in Reaktion auf ein Schaltsignal des Regel/Steuerwerks geöffnet.

Zur Erfassung der Lenkradstellung ist ein erster Positionssensor an der Lenkradwelle vorgesehen und führt dem Regel/Steuerwerk ein die Ist-Stellung des Lenkrads angegebendes Signal zu.

Ein zweiter Positionssensor dient dazu, die Auslenkung des gelenkten Glieds, d. h. insbesondere der Zahnstange oder die Winkelposition des elektrischen Stellmotors, die mit der Auslenkung des gelenkten Glieds korrespondiert, zu erfassen und führt dem Regel/Steuerwerk ein die Ist-Position des gelenkten Glieds angegebendes Signal zu.

Bevorzugt weist das elektronische Regel/Steuerwerk einen Prozeßrechner auf, der zur Berechnung von Stellsignalen für den elektrischen Stellmotor wenigstens aus den ihm von den Positionssensoren zugeführten Ist-Signalen sowie zur Erzeugung der die schaltbare Kupplung schließenden/öffnenden Signale wenigstens auf der Grundlage von ermittelten Fehlerzuständen des Lenksystems eingerichtet ist.

Außerdem ist der Prozeßrechner zum Empfang eines die Batteriespannung des Kraftfahrzeugs angegebenden Signals eingerichtet.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Prozeßrechner außerdem über einen Datenkanal, z. B. ein Bussystem, mit einem übergeordneten Fahrzeugrechner verbunden und zum Empfang von Information über den Fahrzeugzustand und/oder Befehlssignalen zur Fahrzeugstabilisierung oder zur Steigerung des Lenkkomforts (variable Lenkübersetzung) eingerichtet.

Bei dem erfindungsgemäßen Lenksteller wird im Normalzustand die Lenkbewegung der Räder grundsätzlich nur durch den elektrischen Stellmotor erzeugt. In diesem Fehlerfall ist keine mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Rädern vorhanden, so daß der Radlenkwinkel gegenüber dem Lenkradwinkel zur Beeinflussung des Fahrzeugverhaltens aufgrund weiterer Parameter verändert werden kann. Im Fehlerfall, z. B. bei keiner oder zu niedriger Versorgungsspannung ist das Lenken des Fahrzeugs aufgrund der formschlüssigen mechanischen Verbindung des Lenkrads mit den Rädern gewährleistet.

Insgesamt werden mit dem erfindungsgemäßen Lenksteller folgende Vorteile erzielt:

- Es sind keine hydraulischen Komponenten notwendig;
- eine hohe Sicherheit ist gewährleistet, da im Fehlerfall die mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und gelenkten Rädern hergestellt wird;
- im Gegensatz zu anderen Steer-by-wire-Systemen ist kein zweiter redundanter Stellmotor nötig, da im Fehlerfall die Stellenergie vom Fahrer kommt;
- die Fahrzeugstabilisierung ist unabhängig vom Fahrer möglich;
- die Lenkübersetzung ist je nach Fahrsituation variabel;
- die Lenkübersetzung ist gemäß Fahrerwunsch bzw. Fahrertyp variabel;
- die Lenkübersetzung läßt sich im Notbetrieb unabhängig von der Lenkübersetzung im Normalbetrieb wählen;
- eine automatische Spurführung kann gewählt werden;
- das Lenkgefühl läßt sich frei zügig gestalten;
- die erfindungsgemäße Kupplung ermöglicht einen stromlosen Notbetrieb;

– ferner läßt sich ein Eingriff in die Lenkung durch einen Fahrlehrer im Fahrschulbetrieb einfach realisieren.

Diese und andere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in den nachfolgenden bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Lenkstellers beschreibend deutlich, wenn diese bezogen auf die Zeichnung gelesen wird.

Zeichnung

Fig. 1 zeigt schematisch und in Form von Funktionsblöcken eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lenkstellers, bei der ein Lenkradritzel und ein Ritzel eines elektrischen Stellmotors an unterschiedlichen Positionen einer Zahnstange angreifen; und

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lenkstellers, bei der die Lenkradwelle und die Welle des elektrischen Stellmotors jeweils an den separaten Eingängen eines ausgangsseitig an einer Zahnstange angreifenden Überlagerungsgetriebe angreifen.

Ausführungsbeispiele

Bei dem in Fig. 1 schematisch dargestellten ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromechanischen Lenkstellers wird die Lenkbewegung der (nicht gezeigten) Räder mit einem Elektromotor 2a oder 2b erzeugt, dessen Drehbewegung auf die Zahnstange 3 des Lenkgetriebes wirkt. Die Drehbewegung des Lenkrads 6 kann über eine schaltbare Kupplung 4, die im eingeschalteten Zustand eine formschlüssige Verbindung mit der Lenkradwelle 7 eingeht, ebenfalls auf die Zahnstange 3 übertragen werden. Bei ordnungsgemäßer Funktion des Lenksystems ist die Kupplung 4 jedoch gegen eine vorgespannte Feder 13 geöffnet, so daß die Lenkbewegung der Räder ausschließlich durch den Elektromotor 2a, 2b erzeugt wird. Der Lenkradwinkel wird mit einem Positionssensor 8 gemessen und in Form eines Lenkradwinkelsignals S2 an einen geeigneten als elektronisches Regel-/Steuerwerk fungierenden Prozeßrechner 1 übertragen. Der Prozeßrechner 1 erzeugt aufgrund des so gemessenen Lenkradwinkels Stellsignale S1 für den elektrischen Stellmotor 2a, 2b, der dann einen Radlenkwinkel erzeugt, der eine Fahrzeugbewegung entsprechend dem Fahrerwunsch ergibt. Der Radlenkwinkel wird mit einem weiteren Positionssensor 11 gemessen, den in diesem Ausführungsbeispiel entweder der Motor 2a, 2b selbst oder eine mit dem Motor verbundene Kodierscheibe bildet und der ein Radlenkwinkelsignal S3 an den Prozeßrechner sendet.

Alternativ kann, wie dies anhand der Fig. 2 ausgeführt wird, ein separater Winkelsensor für den Radlenkwinkel an der Zahnstange 3 angebracht sein, der das Radlenkwinkelsignal S3 erzeugt.

Somit ist im Regelfall keine mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad 6 und den Rädern vorhanden, so daß die erwähnte Änderung des Radlenkwinkels unabhängig vom Lenkradwinkel zur Beeinflussung des Fahrzeugverhaltens möglich ist. Beim Fehlerfall jedoch, wird die Kupplung 4 durch das Schaltsignal S0 von dem Prozeßrechner 1 in formschlüssige Verbindung mit der Lenkradwelle 7 und damit mit dem an der Zahnstange 3 angreifenden Lenkradritzel 9 gebracht.

Um die erwähnte Veränderung des Radlenkwinkels unabhängig vom Lenkradwinkel zur Beeinflussung des Fahrzeugverhaltens zu ermöglichen, kann der Prozeßrechner 1 über ein Leitungssystem, z. B. einen nicht näher beschriebenen Datenbus 14, Informations- und Befehlssignale S5 über den Fahrzustand von einem übergeordneten (nicht gezeig-

ten) Fahrzeugrechner empfangen. Die vom Prozeßrechner 1 daraufhin ermittelten/berechneten Radlenkwinkel werden zur Modifikation der Stellsignale S1 verwendet, die in Form entsprechender Signale S6 auch an einen Lenkradwinkelsimulator 15 übertragen werden, der an der Lenkradwelle 7 angreift.

Die Kupplung 4 ist bei ausgeschalteter Zündung immer geschlossen und wird bei eingeschalteter Zündung, sofern kein Fehler vorliegt, durch das Signal S0 vom Prozeßrechner 1 geöffnet. Dadurch ist auch in besonderen Fahrsituationen, z. B. beim Abschleppen, ein sicheres Lenken gewährleistet.

Die Kupplung 4 kann auch so ausgeführt sein, daß das Zahnstangenritzel 9 des Lenkrads und das des Motors 2a jeweils gegenüberliegend zur Zahnstange angeordnet sind, und die Ritzel jeweils gemeinsam relativ zur Zahnstange verschoben werden. Dies ist durch eine nicht näher ausgeführte Verbindungsstange zwischen der Kupplungsklaue 5 und dem Zahnstangenritzel des elektrischen Stellmotors 2a angedeutet. Im Fehlerfall oder bei ausgeschalteter Zündung greift das Lenkradritzel 9 in die Zahnstange 3 ein, bei ordnungsgemäßen Betrieb das Ritzel des elektrischen Stellmotors 2a. Der Abstand der beiden Ritzel ist so gewählt, daß mindestens ein Ritzel, entweder das Lenkradritzel 9 oder das Motorritzel, in die Zahnstange 3 eingreift, damit beim Umschalten die Zahnstange sich nicht bewegen kann. Auch hier wird bei ordnungsgemäßem Betrieb eine Feder 13 in der Kupplung 4 so vorgespannt, daß die Stellung "Lenkradritzel 9 greift in die Zahnstange 3 ein" auch im stromlosen Zustand sicher herbeigeführt werden kann.

Die alternative Anordnung des elektrischen Stellmotors ist mit der Positionsnummer 2B angedeutet, wo beide Ritzel beabstandet an derselben Seite der Zahnstange 3 angreifen.

Außer den von den beiden Positionssensoren 8 und 11 erzeugten Positionssignalen S2 und S3 empfängt der Prozeßrechner 1 noch ein Signal S4, das die Batteriespannung U_{Bat} der die Versorgungsspannung liefernden Fahrzeugbatterie angibt, um damit einen Ausfall bzw. das Vorliegen einer ausreichenden Batteriespannung überwachen zu können.

Auch bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform wird die Lenkbewegung der Räder grundsätzlich durch einen elektrischen Stellmotor 2 erzeugt, so daß im Regelfall keine formschlüssige mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad 6 und den Rädern vorhanden ist.

Anders als in Fig. 1 liegt die Abtriebswelle des elektrischen Stellmotors 2 und die Lenkradwelle 7 an den Eingängen eines Überlagerungsgetriebes 10 an, welches ausgangsseitig an der Zahnstange 3 angreift. Zwischen dem Lenkrad 6 und dem Überlagerungsgetriebe 10 ist eine schaltbare Kupplung 4, ähnlich wie in Fig. 1, angeordnet, die die Verbindung zwischen dem Lenkrad 6 und dem Überlagerungsgetriebe 10 im Fehlerfall herstellt und im Normalfall diese Verbindung öffnet, sowie die lenkradseitige Eingangswelle des Überlagerungsgetriebes festsetzt.

Auch hier wird bei ordnungsgemäßem Betrieb eine Feder 13 so vorgespannt, daß die Stellung "Lenkradwelle 7 greift am Eingang des Überlagerungsgetriebes 10 an" auch im stromlosen Zustand sicher herbeigeführt werden kann.

Weitere Merkmale des in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiels können mit den Merkmalen des oben anhand der Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiels identisch sein, so daß sich hier ihre nochmalige Beschreibung erübrigt.

Die oben beschriebenen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Lenkstellers bezogen sich beispielhaft auf die Zahnstangenlenkung. Dem Fachmann ist jedoch deutlich, daß die erfindungsgemäßen Prinzipien auch bei einer herkömmlichen Spurstangenlenkung bei Einzelradaufhängungen anwendbar sind.

1. Elektromechanischer Lenksteller, insbesondere für die Steer-by-wire Anwendung in Kraftfahrzeugen, mit einem elektronischen Regel/Steuerwerk (1), das wenigstens Lenksignale (S1) für einen elektrischen Stellmotor (2; 2a, 2b) erzeugt, der an einem gelenkten Glied (3) einer Radlenkung angreift, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine schaltbare Kupplung (4) vorgesehen ist, die beim Auftreten eines Fehlers im Lenksystem in Reaktion auf ein vom Regel/Steuerwerk (1) erzeugtes Signal (S0) das Lenkrad (6) formschlüssig mit dem gelenkten Glied (3) verbindet. 5
2. Lenksteller nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das gelenkte Glied (3) die Zahnstange einer Zahnstangenlenkung ist, und die schaltbare Kupplung (4) in der Lenkradwelle zwischen dem Lenkrad (6) und einem in die Zahnstange (3) eingreifenden Lenkradritzel (9) angeordnet ist. 10
3. Lenksteller nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das gelenkte Glied (3) die Zahnstange einer Zahnstangenlenkung ist, und die schaltbare Kupplung (4) im Fehlerfall ein Ritzel des elektrischen Stellmotors (2a) außer Eingriff mit der Zahnstange (3) und gleichzeitig ein Lenkradritzel (9) in Eingriff mit der Zahnstange (3) rückt. 15
4. Lenksteller nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Stellmotor (2) und eine mit dem Lenkrad (6) verbundene Lenkradwelle (7) jeweils mit einem Eingang eines Überlagerungsgetriebes (10) verbunden sind, das ausgangsseitig am gelenkten Glied (3) angreift, und die schaltbare Kupplung (4) zwischen dem Lenkrad (6) und dem Überlagerungsgetriebe (10) angeordnet ist. 20
5. Lenksteller nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (4) bei ordnungsgemäßer Funktion gegen die Kraft einer vorgespannten Feder (13) geöffnet ist, und im Fehlerfall mit der Kraft der vorgespannten Feder (13) schließt. 25
6. Lenksteller nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (4) bei ausgeschalteter Zündung immer geschlossen ist und bei Einschalten der Zündung, wenn kein Fehler vorliegt, in Reaktion auf ein Schaltsignal (S0) des Regel/Steuerwerks (1) geöffnet wird. 30
7. Lenksteller nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Lenkradstellung erfassender erster Positionssensor (8) an der Lenkradwelle (7) angeordnet ist, der dem Regel/Steuerwerk (1) ein die Ist-Stellung des Lenkrads (6) angegebendes Signal (S2) zuführt. 35
8. Lenksteller nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß weiterhin ein die Auslenkung des gelenkten Glieds (3) oder die Winkelposition des elektrischen Stellmotors (2) erfassender zweiter Positionssensor (11) vorgesehen ist, der dem Regel/Steuerwerk (1) ein die Ist-Position des gelenkten Glieds (3) angegebendes Signal (S3) zuführt. 40
9. Lenksteller nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß das Regel/Steuerwerk (1) einen elektronischen Prozeßrechner aufweist, der zur Berechnung von Stellsignalen (S1) für den elektrischen Stellmotor wenigstens aus den ihm von dem ersten und zweiten Positionssensor zugeführten Ist-Signalen (S2, S3) sowie zur Erzeugung der die schaltbare Kupplung (4) schließenden/öffnenden Signale (S0) wenigstens auf der Grundlage von ermittel-

ten Fehlerzuständen des Lenksystems eingerichtet ist.

10. Lenksteller nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßrechner (1) außerdem zum Empfang eines die Batteriespannung (U_{Bat}) des Kraftfahrzeugs angegebenden Signals (S4) eingerichtet ist.

11. Lenksteller nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßrechner (1) außerdem über einen Datenkanal (S5) mit einem übergeordneten Fahrzeugrechner verbunden ist und zum Empfang von Information über den Fahrzustand und/oder Befehlssignalen zur Fahrzeugstabilisierung oder zur Steigerung des Lenkkomforts (variable Lenküber-

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

